

중대산업사고 사례(2014.05.13) KOSHA-MIA-201407

본 속보는 국내에서 발생한 중대산업사고에 대하여 안전보건공단에서 기술적인 문제점을 분석하고 그 방지대책을 수립하여 동종사고의 재발방지를 위하여 관련 사업장에 무료로 배포하고 있습니다.

금번 발생한 사고사례를 요약하여 배부하오니 근로자에게 충분히 교육하여 동종사고가 발생하지 않도록 안전을 기하여 주시기 바랍니다.

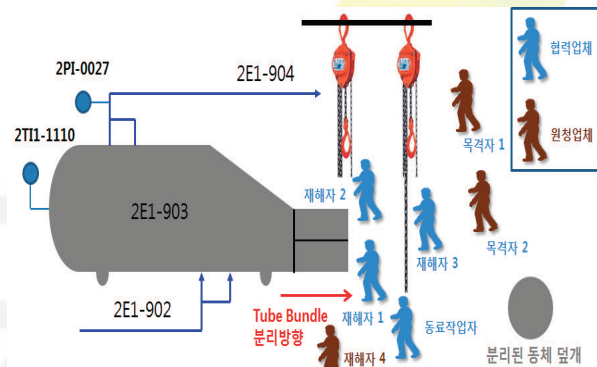
열교환기 세척작업 중 디클로로실란 누출로 인한 화재

< 재해개요 >

2014년 5월 13일(금) 15시 52분경 전남 여수시 소재 ○○○○○(주)에서 열교환기(STC 증발기) 세척작업을 하기 위해 열교환기 튜브 다발을 동체에서 분리하는 과정에서 열교환기 동체 내부에 잔존하고 있는 가연물에 순간적으로 화재가 발생하여 근로자 4명이 화상을 입은 재해이며 자체적으로 즉시 소화함.



[사고발생 열교환기]

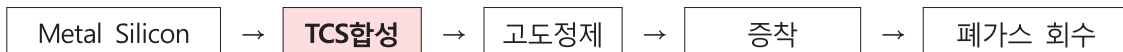


[사고발생 상황]

1

재해발생과정

○ 재해발생과정



- MG-Si(Metal Silicon, 99%)를 원료로 태양광발전의 소재인 고순도 Poly-silicon (99.9999999%)을 생산하며 TCS 합성, 고도정제, 화학증기증착(CVD), 폐가스 회수 등의 공정으로 구성되어 있음

※ TCS : Trichloro Silane,

CVD : Chemical Vapor Deposition

○ 재해발생과정

- 04:03분경 STC(Silicon TetraChloride) 증발기를 질소를 이용하여 연속퍼지
 - 09:00~12:00 STC 증발기(열교환기) 분해작업 준비 및 증발기 인입·배출라인 맹판 설치
 - 13:00분경 연속 퍼지하는 질소의 유량을 최소화 한 후 15:00까지 STC 증발기의 동체 덮개 분리
 - 15:00~15:30 휴식 및 STC 증발기 튜브 다발(bundle) 분리작업 준비
 - 15:30~15:52 튜브 다발을 동체로부터 60cm 정도 분리
 - 15:52분경 튜브 다발 하부에서 불꽃이 튀면서 화재 발생 후 옥내소화전으로 자체 진화
- ※ 온도지시계에 의하면 동체 내부의 온도가 65℃에서 상승하기 시작하여 15:57경에 165℃까지 상승한 후 서서히 내려감

2 재해발생원인

○ 열교환기 내부에 잔존 DCS가 대기 중 공기와 접촉하여 자연발화된 후 금속화재 발생

- STC 증발기 동체를 수소와 질소를 이용하여 퍼지를 실시하였으나 발화점 이상의 온도로 튜브 외면에 부착된 금속 분말 내부에 잔존하고 있는 DCS(Dichlorosilane)가 충분히 제거되지 않은 상태에서 외부에서 공급된 공기(산소)에 의해 자연발화된 후 금속분말로 확대되어 금속화재가 발생함

※ 가연물 : STC 증발기의 튜브 외면에 부착된 금속분말(Si 등), 점화원 : DCS의 자연발화, 산소 : 공기 중의 산소

3 동종재해 예방대책

○ 동체 덮개 분리작업 시기 재검토

- 맹판설치 및 단관제거 후 동체 덮개를 제거하기 전 드레인 밸브를 개방하여 흙 존재를 확인하고 동체측 온도가 DCS의 발화점 이하가 될 때 까지 냉각한 후 덮개를 분리해야 함

○ 열교환기 퍼지 방법 개선

- 열교환기 개폐작업 전에 수소와 질소로 충분히 퍼지를 실시한 후 일정온도 이하에서 추가로 물로 퍼지하여 위험물이나 화재위험요소를 완전히 제거하는 것이 바람직함.